

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 109 221 A2

(12)

# DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
20.06.2001 Bulletin 2001/25

(51) Int Cl.7: H01L 23/532, H01L 21/768

(21) Numéro de dépôt: 00403464.1

(22) Date de dépôt: 11.12.2000

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR  
Etats d'extension désignés:  
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeur: Passemard, Gérard  
38660 Lumblin (FR)

(74) Mandataire: Poulin, Gérard  
BREVALEX  
3, rue du Docteur Lancereaux  
75008 Paris (FR)

(30) Priorité: 13.12.1999 FR 9915669

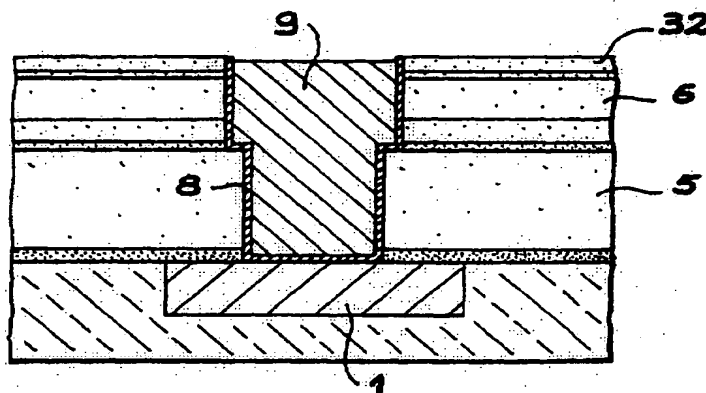
(71) Demandeur: STMicroelectronics S.A.  
94250 Gentilly (FR)

## (54) Structure d'interconnexions de type damascène et son procédé de réalisation

(57) L'invention concerne une structure d'interconnexions de type Damascène réalisée sur une face d'un dispositif micro-électronique, comprenant au moins une couche de matériau diélectrique (5, 6) destinée à loger

les interconnexions (9) et comprenant au moins une couche d'interface avec la couche de matériau diélectrique (5, 6). La couche d'interface comprend au moins une sous-couche de SiCH et au moins une sous-couche de SiOCH.

FIG. 10



EP 1 109 221 A2

## Description

## DOMAINE TECHNIQUE

- 5 [0001] La présente invention concerne une structure d'interconnexions de type Damascène. Elle concerne aussi son procédé de réalisation.

## ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

- 10 [0002] Les structures d'interconnexions des circuits intégrés sont conventionnellement réalisées en aluminium dopé par du cuivre (Al-Cu), le taux de dopage étant de l'ordre de 2 à 4%. Le procédé employé pour réaliser ces structures d'interconnexions consiste à déposer le métal, puis à le graver pour former le réseau des interconnexions et enfin à déposer, par-dessus, un diélectrique qui sert à isoler les lignes de métal aussi bien latéralement (isolation inter-lignes) que verticalement (isolation inter-niveaux). Ce procédé est communément appelé "conventionnel" ou "gap fill" (remplissage des espaces inter-lignes par le diélectrique).

- 15 [0003] L'amélioration des performances des circuits (vitesse, faible consommation) a nécessité l'emploi de métaux plus conducteurs et de matériaux à faible permittivité. Pour la métallisation, le cuivre, qui possède une résistivité environ deux fois plus faible que Al-Cu, est apparu comme le meilleur candidat. Cependant, l'emploi du cuivre ne peut pas s'envisager dans une structure conventionnelle car la gravure de ce matériau est très difficile. C'est pourquoi il est  
20 employé dans une structure dite Damascène.

- [0004] Dans une structure Damascène, le réseau des interconnexions est formé par gravure de tranchées dans un diélectrique à très faible permittivité, puis par dépôt d'une couche barrière en nitrure métallique suivi du remplissage de la tranchée par du cuivre. En dernier lieu, l'excès de cuivre et de matériau barrière est éliminé par polissage afin de ne laisser que le diélectrique entre les lignes de métal. La réalisation d'une telle structure nécessite l'emploi de  
25 couches de matériau diélectrique d'interface à usage de masques durs, de couches barrière à la diffusion du cuivre ou de couches d'arrêt pour le polissage mécano-chimique (CMP).

- [0005] Comme matériau diélectrique d'interface dans les structures Damascène, les matériaux  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$  et  $\text{SiO}_x\text{N}_y$  sont habituellement utilisés du fait qu'ils sont déjà couramment employés dans la réalisation des circuits intégrés. En effet, ils sont utilisés soit au niveau de la zone active des circuits en tant qu'isolants, soit au niveau des interconnexions en tant que diélectriques intermétalliques ou en tant que diélectriques de passivation. Ils peuvent être déposés par  
30 des techniques variées mais bien connues : par croissance thermique d'oxyde, par CVD basse pression (LPCVD), par CVD atmosphérique (APCVD) ou par CVD assisté par plasma (PECVD).

- [0006] Les propriétés requises pour les matériaux diélectriques d'interface dans les structures Damascène sont les suivantes :

- 35
- Les matériaux à usage de barrière doivent posséder une bonne résistance à la diffusion du cuivre.
  - Les matériaux à usage de masque dur doivent présenter une excellente sélectivité de gravure vis-à-vis des matériaux sous-jacents de type organique ou minéral.
  - Les matériaux à usage de couche d'arrêt au polissage doivent présenter une bonne résistance au polissage mécano-chimique afin de permettre l'élimination du cuivre excédentaire au-dessus des lignes sans qu'il y ait dégradation du diélectrique. Autrement dit, ces matériaux doivent présenter une sélectivité au polissage élevée vis-à-vis du cuivre.
  - Tous ces matériaux doivent de plus avoir de bonnes tenues électriques : faible constante diélectrique, faible courant de fuite.
  - 45 - Les matériaux déposés directement sur les diélectriques à très faible permittivité (matériaux des masques durs et des couches d'arrêt) doivent présenter une bonne compatibilité chimique avec ces diélectriques.

- [0007] Parmi les matériaux diélectriques d'interface conventionnels,  $\text{SiO}_2$  présente de bonnes qualités électriques et une bonne sélectivité de gravure vis-à-vis des matériaux organiques. Cependant, ses propriétés sont insuffisantes sur les autres points.  $\text{Si}_3\text{N}_4$  présente une bonne sélectivité de gravure, une bonne résistance à l'abrasion ainsi qu'à la diffusion du cuivre mais sa constante diélectrique est élevée.  $\text{SiON}$  est intermédiaire entre  $\text{Si}_3\text{N}_4$  et  $\text{SiO}_2$ . Ainsi, aucun de ces matériaux conventionnels ne possède l'ensemble des propriétés requises.

- [0008] D'autre part, certains de ces matériaux diélectriques d'interface, déposés généralement par voie PECVD à partir de gaz oxydants ( $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ...), peuvent induire une oxydation de l'interface ou de toute la matrice du matériau à faible permittivité et ainsi dégrader ses propriétés : constante diélectrique, courant de fuite, densification avec modification de l'épaisseur, perte d'adhérence, modification chimique. Les matériaux diélectriques à très faible permittivité à base Si-O à structure poreuse, comportant des radicaux carbonés (de type Si-R) ou hydrures (de type Si-H) sont particulièrement visés par ces dégradations. En effet, pour ces matériaux, lors du dépôt de la couche de  
55

matériau diélectrique d'interface, il se produit une oxydation plus ou moins profonde selon leur porosité. Cette oxydation induit la formation de silanol (Si-OH) et d'eau qui sont respectivement des radicaux ou des molécules très polaires. [0009] Il se pose donc le problème de trouver des matériaux diélectriques permettant la réalisation de couches d'interface satisfaisant l'ensemble des propriétés requises.

## EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0010] L'invention permet la réalisation de structures de type Damascène utilisant des diélectriques à très faible permittivité de type minéral à base Si-O ayant une structure poreuse. Ces diélectriques à très faible permittivité comportent des radicaux organiques (par exemple Si-CH<sub>3</sub>) ou hydrures (par exemple Si-H). Il peut s'agir de xérogels, d'aérogels de méthyle ou d'hydrogène silsesquioxane ou de tout autre matériau à base d'oxyde minéral poreux pouvant comporter des radicaux organiques obtenus par étalement d'un précurseur ou par un procédé CVD. Les couches diélectriques d'interface sont formées par une association de sous-couches de SiOCH et de SiCH.

[0011] L'invention a donc pour objet un procédé de réalisation d'une structure d'interconnexions de type Damascène sur une face à connecter d'un dispositif micro-électronique, le procédé comprenant le dépôt d'au moins une couche de matériau diélectrique sur ladite face à connecter, destinée à loger lesdites interconnexions, le procédé comprenant également le dépôt d'au moins une couche d'interface en matériau diélectrique en contact intime avec ladite couche de matériau diélectrique destinée à loger les interconnexions, caractérisé en ce que ladite couche d'interface est formée par le dépôt d'au moins une sous-couche de SiOCH et d'au moins une sous-couche de SiCH.

[0012] Avantageusement, le dépôt d'une couche de matériau diélectrique destinée à loger les interconnexions consiste à déposer une couche d'un matériau choisi parmi les matériaux diélectriques à très faible permittivité de type minéral à base Si-O, comportant des radicaux organiques ou hydrures.

[0013] De préférence, la couche d'interface comprend une sous-couche en SiCH déposée sur et en contact avec la couche de matériau diélectrique destinée à loger les interconnexions, une sous-couche en SiOCH étant déposée sur et en contact avec la sous-couche en SiCH. Dans ce cas, la sous-couche de SiOCH peut être utilisée comme masque de gravure pour la sous-couche de SiCH en vue de loger les interconnexions dans la couche de matériau diélectrique correspondante.

[0014] Le dispositif micro-électronique peut être réalisé sur du silicium.

[0015] Si les interconnexions sont en cuivre, il est prévu le dépôt d'une couche métallique formant barrière à la diffusion du cuivre dans la couche de matériau diélectrique destinée à loger les interconnexions.

[0016] De manière particulière, l'invention a pour objet un procédé de réalisation d'une structure d'interconnexions de type double Damascène sur une face à connecter d'un dispositif micro-électronique réalisé sur du silicium, ladite face présentant des lignes conductrices en cuivre à connecter, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- dépôt sur ladite face à connecter d'une couche barrière à la diffusion du cuivre en SiCH,
- dépôt sur la couche barrière d'une première couche de matériau diélectrique de très faible permittivité pour le logement desdites interconnexions,
- dépôt d'une première couche d'interface sur ladite première couche de matériau diélectrique, comprenant une sous-couche de SiCH, déposée sur et en contact avec la première couche de matériau diélectrique, et une sous-couche de SiOCH,
- gravure de trous dans ladite sous-couche de SiOCH, en vis-à-vis des lignes conductrices à connecter, au moyen d'un masque de résine, jusqu'à révéler la sous-couche de SiCH,
- retrait du masque de résine,
- gravure de la partie de la sous-couche de SiCH révélée jusqu'à atteindre la première couche de matériau diélectrique,
- dépôt sur la première couche d'interface gravée d'une deuxième couche de matériau diélectrique de très faible permittivité pour le logement desdites interconnexions,
- dépôt d'une deuxième couche d'interface sur ladite deuxième couche de matériau diélectrique, comprenant successivement une première sous-couche de SiCH, déposée sur et en contact avec la deuxième couche de matériau diélectrique, une deuxième sous-couche de SiOCH et une troisième sous-couche de SiCH,
- gravure de trous dans ladite troisième sous-couche, en vis-à-vis des lignes conductrices à connecter, au moyen d'un masque de résine, jusqu'à révéler la deuxième sous-couche,
- retrait du masque de résine,
- gravure de la partie de la deuxième sous-couche révélée et de la partie de la première sous-couche révélée par la gravure de la deuxième sous-couche,
- gravure de trous au travers de la deuxième couche de matériau diélectrique, de la première couche de matériau diélectrique et de la couche barrière, lesdites couches d'interface servant de masque dur, jusqu'à révéler les lignes conductrices, ladite troisième sous-couche étant également éliminée,

## EP 1 109 221 A2

- dépôt uniforme d'une couche métallique servant de barrière à la diffusion du cuivre sur l'empilement de couches gravées,
- dépôt d'une couche de cuivre remplissant les trous gravés dans la structure,
- polissage de l'excès de cuivre et de la couche métallique recouvrant la deuxième sous-couche pour révéler la deuxième sous-couche et fournir les interconnexions.

[0017] L'invention a aussi pour objet une structure d'interconnexions de type Damascène sur une face d'un dispositif micro-électronique, comprenant au moins une couche de matériau diélectrique destinée à loger lesdites interconnexions et comprenant au moins une couche d'interface en matériau diélectrique en contact intime avec ladite couche de matériau diélectrique destinée à loger les interconnexions, caractérisée en ce que ladite couche d'interface comprend au moins une sous-couche de SiOCH et au moins une sous-couche de SiCH.

[0018] Avantageusement, la couche de matériau diélectrique destinée à loger lesdites interconnexions est une couche d'un matériau choisi parmi les matériaux diélectriques à très faible permittivité de type minéral à base Si-O, comportant des radicaux organiques ou hydrures.

[0019] De préférence, la couche d'interface comprend une sous-couche en SiCH sur et en contact avec la couche de matériau diélectrique destinée à loger les interconnexions, une sous-couche en SiOCH étant disposée sur et en contact avec la sous-couche en SiCH.

[0020] Si les interconnexions sont en cuivre, la structure comprend une couche métallique formant barrière à la diffusion du cuivre dans la couche de matériau diélectrique destinée à loger les interconnexions.

[0021] De manière particulière, l'invention a pour objet une structure d'interconnexions de type double Damascène sur une face à connecter d'un dispositif micro-électronique réalisé sur du silicium, ladite face présentant des lignes conductrices en cuivre à connecter, caractérisée en ce qu'elle comprend :

- une couche barrière à la diffusion du cuivre en SiCH déposée sur ladite face,
- une première couche de matériau diélectrique de très faible permittivité déposée sur la couche barrière,
- une première couche d'interface déposée sur ladite première couche de matériau diélectrique, comprenant une sous-couche de SiCH, déposée sur et en contact avec la première couche de matériau diélectrique, et une sous-couche de SiOCH,
- une deuxième couche de matériau diélectrique de très faible permittivité déposée sur la première couche d'interface,
- une deuxième couche d'interface déposée sur ladite deuxième couche de matériau diélectrique, comprenant une première sous-couche de SiCH, déposée sur et en contact avec la deuxième couche de matériau diélectrique, et une deuxième sous-couche de SiOCH,
- des interconnexions en cuivre traversant ladite structure pour établir des liaisons électriques avec lesdites lignes conductrices, une couche barrière à la diffusion du cuivre séparant les interconnexions des couches de matériau diélectrique de très faible permittivité.

### BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0022] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés comprenant les figures 1 à 10 qui illustrent différentes étapes de la réalisation d'une structure d'interconnexions de type double Damascène selon la présente invention.

### DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION DE L'INVENTION

[0023] Comme il a été dit plus haut, l'association de sous-couches de SiOCH et de SiCH présente l'ensemble des qualités requises pour réaliser une bonne couche d'interface.

[0024] Le tableau ci-dessous compare le SiCH et le SiOCH à d'autres matériaux diélectriques utilisés couramment en micro-électronique. Les signes + et -, et leur nombre, indiquent respectivement leurs propriétés plus ou moins bonnes.

Propriétés	Matériaux				
	SiO <sub>2</sub>	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	SiON	SiCH	SiOCH
Constante Diélectrique	4,3	8	6,5	5,5	2,7
Sélectivité gravure fluorée/SiO <sub>2</sub>	0	++	+	+++	+

(suite)

Propriétés	Matériaux				
	SiO <sub>2</sub>	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	SiON	SiCH	SiOCH
Résistance à l'abrasion/Cu	+	++	+	+++	++
Diffusion Cu	-	++	-	+++	-
Compatibilité chimique	---	+	-	+	--

[0025] La dernière ligne du tableau concerne la compatibilité chimique entre chaque matériau du tableau avec les matériaux diélectriques destinés à loger les interconnexions.

[0026] Le tableau montre que le SiCH et le SiOCH allient à eux deux l'ensemble des qualités requises pour obtenir une bonne couche d'interface : résistance à l'abrasion, à la diffusion du cuivre et sélectivité de gravure pour le SiCH, faible constante diélectrique pour le SiOCH. D'autre part, le SiCH est réalisé sans précurseur oxydant. De plus, ces deux matériaux présentent entre eux une bonne compatibilité et peuvent être déposés dans un même réacteur à partir de précurseurs équivalents de type méthyl-, diméthyl- ou triméthylsilane, voire phénylsilane. Le SiOCH s'obtient par adjonction d'un précurseur oxydant de type O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>...

[0027] Un exemple de réalisation d'une structure double Damascène va maintenant être décrit en relation avec les figures 1 à 10 qui sont des vues en coupe transversale et partielles d'une structure d'interconnexions de type double Damascène selon l'invention.

[0028] La figure 1 montre une ligne de cuivre 1 affleurant sur une face 2 d'un diélectrique 3 déposé sur un substrat semi-conducteur. On dépose sur la face 2 une couche d'interface 4 servant de couche barrière à la diffusion du cuivre. La couche 4 possède une épaisseur comprise entre 10 et 30 nm.

[0029] Comme le montre la figure 2, une couche 5 de matériau diélectrique à faible permittivité dite "diélectrique via" est déposée sur la couche 4. Son épaisseur est comprise entre 0,5 et 1 µm.

[0030] La figure 3 montre qu'une couche d'interface 10 a été déposée sur la couche de matériau diélectrique 5. La couche d'interface 10, destinée à constituer un masque dur, comprend une sous-couche 11 en SiCH déposée sur la couche de matériau diélectrique 5 et une sous-couche 12 de SiOCH déposée sur la sous-couche 11. La sous-couche 11 peut avoir une épaisseur comprise entre 10 et 20 nm tandis que l'épaisseur de la sous-couche 12 est de l'ordre de 100 nm. Cet empilement de sous-couches est compatible avec le matériau à faible permittivité de la couche 5 car SiCH n'oxyde pas le diélectrique et permet de garantir une excellente sélectivité de gravure : masque dur / diélectrique à faible permittivité.

[0031] En vue de permettre ultérieurement une liaison électrique avec la ligne 1, une couche de résine photosensible 20 est déposée sur la couche d'interface ou masque dur 10 et un trou de gravure 21 y est défini en vis-à-vis de la ligne 1.

[0032] La gravure du masque dur 10 se fait en trois opérations. Un trou est d'abord gravé dans la sous-couche 12 en SiOCH jusqu'à révéler la sous-couche 11 en SiCH. La couche de résine 20 est ensuite retirée, la couche de diélectrique via 5, qui est très sensible à l'oxydation produite par les agents oxydants de retrait de résine (plasma O<sub>2</sub>, bases organiques, etc.), étant alors protégée par la sous-couche 11 comme le montre la figure 4. Enfin, la sous-couche 11 est gravée en se servant de la sous-couche 12 comme masque, la sous-couche 12 étant partiellement gravée.

[0033] Comme le montre la figure 5, une couche 6 de matériau diélectrique à faible permittivité dite "diélectrique ligné" est déposée sur la couche d'interface 10 et comble le trou réalisé sur la couche d'interface 10. L'épaisseur de la couche 6 peut être comprise entre 0,3 et 0,6 µm.

[0034] Une couche d'interface 30 est alors déposée sur la couche de matériau diélectrique 6 comme le montre la figure 6. La couche d'interface 30 comprend trois sous-couches : dans l'ordre de dépôt une sous-couche 31 en SiCH d'épaisseur inférieure à 10 nm et compatible avec le matériau diélectrique de la couche 6, une sous-couche 32 en SiOCH d'une épaisseur comprise entre 100 et 150 nm et une sous-couche 33 en SiCH d'épaisseur légèrement supérieure à la somme des épaisseurs de la couche 2 et de la sous-couche 31 en SiCH. La couche d'interface 30 servira de couche d'arrêt au polissage mécano-chimique et aussi de masque dur. La sous-couche 31 sert en particulier à éviter l'oxydation de la couche de diélectrique 6. La sous-couche 32 sert de couche d'arrêt au polissage. Elle protège la couche de diélectrique 6 des défauts d'uniformités de polissage. Elle permet de limiter l'effet du retrait de cuivre lors de l'étape de polissage mécano-chimique. La sous-couche 33 sert de contre-masque de gravure permettant de graver en une seule étape un trou révélant la ligne 1.

[0035] Comme le montre la figure 7, une couche de résine photosensible 40 est déposée sur la couche d'interface 30 et un trou de gravure 41 y est défini en vis-à-vis du trou précédemment gravé dans le masque dur 10. Un trou est d'abord gravé dans la sous-couche 33 en SiCH avec arrêt dans la sous-couche 32 en SiOCH. La résine est alors retirée, le matériau diélectrique de la couche 6 étant protégé par les sous-couches 31 et 32.

[0036] Comme le montre la figure 8, la gravure du masque dur 30 est poursuivie jusqu'à révéler la couche de dié-

lectrique ligne 6. La sous-couche 33 en SiCH est gravée sur toute sa surface sur une épaisseur au moins équivalente à l'épaisseur de la sous-couche 31 en SiCH.

[0037] Le matériau diélectrique à faible permittivité des couches 5 et 6 est ensuite gravé au travers des trous réalisés dans les masques durs 10 et 30 jusqu'à atteindre la couche 4 en SiCH servant de couche barrière à la diffusion du cuivre. A ce niveau, le reste de la sous-couche 33 en SiCH ainsi que la couche 4 en SiCH au fond du trou gravé 7 sont gravés en même temps. La ligne 1 est ainsi révélée comme le montre la figure 9.

[0038] Une couche 8 en nitrure de titane ou en nitrure de tantale, servant de barrière métallique de diffusion, est déposée uniformément sur la structure. Cette couche adhère également sur les parois et sur le fond du trou 7 qui est ensuite rempli de cuivre. Le cuivre et la barrière métallique en excès sont ensuite polis avec arrêt dans la sous-couche 32 en SiOCH. On obtient la structure représentée à la figure 10 qui montre la présence d'une connexion en cuivre 9 traversant la couche de diélectrique via 5 et la couche de diélectrique ligne 6 pour prendre contact avec la ligne 1.

[0039] L'exemple suivant va montrer tout l'intérêt de la structure selon l'invention. On suppose que la couche 6 (diélectrique ligne) a une épaisseur de 0,4  $\mu\text{m}$  et possède une constante diélectrique égale à 2, que la sous-couche d'arrêt 31 en SiCH a une épaisseur de 5 nm, que la sous-couche 32 en SiOCH a une épaisseur de 50 nm après polissage et que la sous-couche 12 en SiOCH a une épaisseur de 50 nm. Dans ces conditions, la constante diélectrique équivalente à cet empilement est de 2,25. A titre de comparaison, l'emploi de SiN à la place du SiCH et l'emploi de SiO<sub>2</sub> à la place du SiOCH conduirait à une constante diélectrique équivalente de 2,55.

## Revendications

1. Procédé de réalisation d'une structure d'interconnexions de type Damascène sur une face (2) à connecter d'un dispositif micro-électronique, le procédé comprenant le dépôt d'au moins une couche de matériau diélectrique (5, 6) sur ladite face (2) à connecter, destinée à loger lesdites interconnexions (9), le procédé comprenant également le dépôt d'au moins une couche d'interface (10, 30) en matériau diélectrique en contact intime avec ladite couche de matériau diélectrique (5, 6) destinée à loger les interconnexions (9), caractérisé en ce que ladite couche d'interface (10, 30) est formée par le dépôt d'au moins une sous-couche (12, 32) de SiOCH et d'au moins une sous-couche de SiCH (11, 31, 33).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dépôt d'une couche de matériau diélectrique (5, 6) destinée à loger les interconnexions (9) consiste à déposer une couche d'un matériau choisi parmi les matériaux diélectriques à très faible permittivité de type minéral à base Si-O, comportant des radicaux organiques ou hydru- res.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la couche d'interface (10, 30) comprend une sous-couche en SiCH (11, 31) déposée sur et en contact avec la couche de matériau diélectrique (5, 6) destinée à loger les interconnexions (9), une sous-couche en SiOCH (12, 32) étant déposée sur et en contact avec la sous-couche en SiCH (11, 31).
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le dispositif micro-électronique est réalisé sur du silicium (3).
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les interconnexions (9) étant en cuivre, il est prévu le dépôt d'une couche métallique (8) formant barrière à la diffusion du cuivre dans la couche de matériau diélectrique (5, 6) destinée à loger les interconnexions.
6. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la sous-couche de SiOCH (12) est utilisée comme masque de gravure pour la sous-couche de SiCH (11) en vue de loger les interconnexions (9) dans la couche de matériau diélectrique correspondante.
7. Procédé de réalisation d'une structure d'interconnexions de type double Damascène sur une face (2) à connecter d'un dispositif micro-électronique réalisé sur du silicium, ladite face (2) présentant des lignes conductrices en cuivre (1) à connecter, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
  - dépôt sur ladite face (2) à connecter d'une couche barrière à la diffusion du cuivre (4) en SiCH,
  - dépôt sur la couche barrière (4) d'une première couche de matériau diélectrique de très faible permittivité (5) pour le logement desdites interconnexions,
  - dépôt d'une première couche d'interface (10) sur ladite première couche de matériau diélectrique (5), com-

- prenant une sous-couche (11) de SiCH, déposée sur et en contact avec la première couche de matériau diélectrique, et une sous-couche (12) de SiOCH,
- gravure de trous dans ladite sous-couche (12) de SiOCH, en vis-à-vis des lignes conductrices (1) à connecter, au moyen d'un masque de résine (20), jusqu'à révéler la sous-couche (11) de SiCH,
  - retrait du masque de résine (20),
  - gravure de la partie de la sous-couche (11) de SiCH révélée jusqu'à atteindre la première couche de matériau diélectrique (5),
  - dépôt sur la première couche d'interface (10) gravée d'une deuxième couche de matériau diélectrique de très faible permittivité (6) pour le logement desdites interconnexions,
  - dépôt d'une deuxième couche d'interface (30) sur ladite deuxième couche de matériau diélectrique (6), comprenant successivement une première sous-couche (31) de SiCH, déposée sur et en contact avec la deuxième couche de matériau diélectrique (6), une deuxième sous-couche (32) de SiOCH et une troisième sous-couche (33) de SiCH,
  - gravure de trous dans ladite troisième sous-couche (33), en vis-à-vis des lignes conductrices (1) à connecter, au moyen d'un masque de résine (40), jusqu'à révéler la deuxième sous-couche (32),
  - retrait du masque de résine (40),
  - gravure de la partie de la deuxième sous-couche (32) révélée et de la partie de la première sous-couche (31) révélée par la gravure de la deuxième sous-couche (32),
  - gravure de trous (7) au travers de la deuxième couche de matériau diélectrique (6), de la première couche de matériau diélectrique (5) et de la couche barrière (4), lesdites couches d'interface (30, 10) servant de masque dur, jusqu'à révéler les lignes conductrices (1), ladite troisième sous-couche (33) étant également éliminée,
  - dépôt uniforme d'une couche métallique (8) servant de barrière à la diffusion du cuivre sur l'empilement de couches gravées,
  - dépôt d'une couche de cuivre remplissant les trous (7) gravés dans la structure,
  - polissage de l'excès de cuivre et de la couche métallique (8) recouvrant la deuxième sous-couche (32) pour révéler la deuxième sous-couche (32) et fournir les interconnexions (9).
8. Structure d'interconnexions de type Damascène sur une face d'un dispositif micro-électronique, comprenant au moins une couche de matériau diélectrique (5, 6) destinée à loger lesdites interconnexions (9) et comprenant au moins une couche d'interface (10) en matériau diélectrique en contact intime avec ladite couche de matériau diélectrique destinée à loger les interconnexions, caractérisée en ce que ladite couche d'interface (10) comprend au moins une sous-couche de SiOCH (12) et au moins une sous-couche de SiCH (11).
9. Structure d'interconnexions selon la revendication 8, caractérisée en ce que la couche de matériau diélectrique (5, 6) destinée à loger lesdites interconnexions (9) est une couche d'un matériau choisi parmi les matériaux diélectriques à très faible permittivité de type minéral à base Si-O, comportant des radicaux organiques ou hydrures.
10. Structure d'interconnexions selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisée en ce que la couche d'interface (10) comprend une sous-couche (11) en SiCH sur et en contact avec la couche de matériau diélectrique (5) destinée à loger les interconnexions, une sous-couche (12) en SiOCH étant disposée sur et en contact avec la sous-couche (11) en SiCH.
11. Structure d'interconnexions selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisée en ce que le dispositif micro-électronique est un dispositif réalisé sur du silicium (3).
12. Structure d'interconnexions selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisée en ce que les interconnexions (9) étant en cuivre, la structure comprend une couche métallique (8) formant barrière à la diffusion du cuivre dans la couche de matériau diélectrique (5, 6) destinée à loger les interconnexions (9).
13. Structure d'interconnexions de type double Damascène sur une face (2) à connecter d'un dispositif micro-électronique réalisé sur du silicium, ladite face (2) présentant des lignes conductrices (1) en cuivre à connecter, caractérisée en ce qu'elle comprend :
- une couche barrière à la diffusion du cuivre (4) en SiCH déposée sur ladite face (2),
  - une première couche de matériau diélectrique de très faible permittivité (5) déposée sur la couche barrière (4),
  - une première couche d'interface (10) déposée sur ladite première couche de matériau diélectrique (5), comprenant une sous-couche (11) de SiCH, déposée sur et en contact avec la première couche de matériau

## EP 1 109 221 A2

diélectrique (5), et une sous-couche (12) de SiOCH,

- une deuxième couche de matériau diélectrique de très faible permittivité (6) déposée sur la première couche d'interface (10),
- une deuxième couche d'interface (30) déposée sur ladite deuxième couche de matériau diélectrique (6), comprenant une première sous-couche (31) de SiCH, déposée sur et en contact avec la deuxième couche de matériau diélectrique (6), et une deuxième sous-couche (32) de SiOCH,
- des interconnexions (9) en cuivre traversant ladite structure pour établir des liaisons électriques avec lesdites lignes conductrices (1), une couche barrière à la diffusion du cuivre (8) séparant les interconnexions (9) des couches de matériau diélectrique de très faible permittivité (5, 6).



FIG. 1

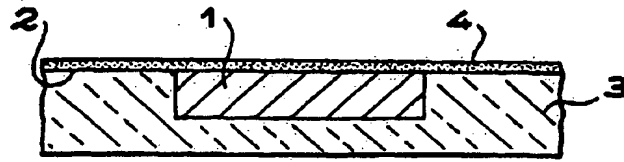


FIG. 2

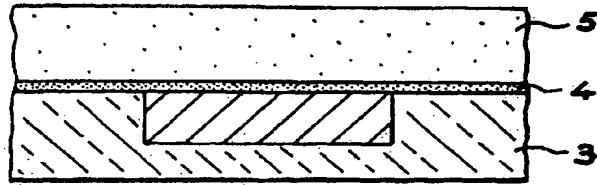


FIG. 3

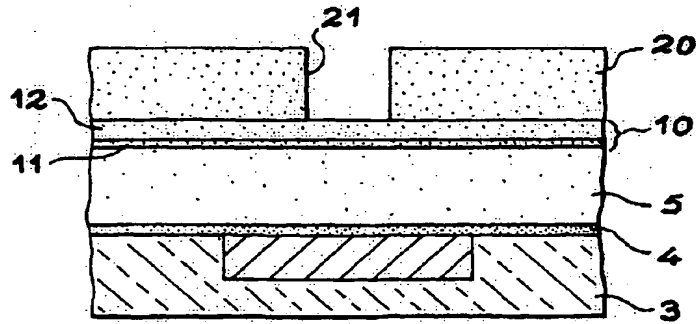


FIG. 4

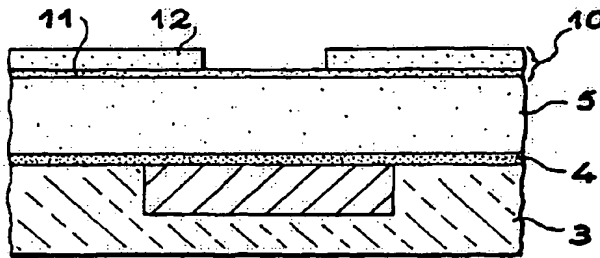


FIG. 5

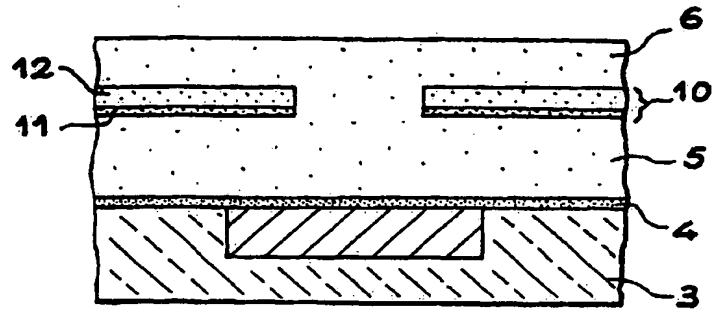


FIG. 6

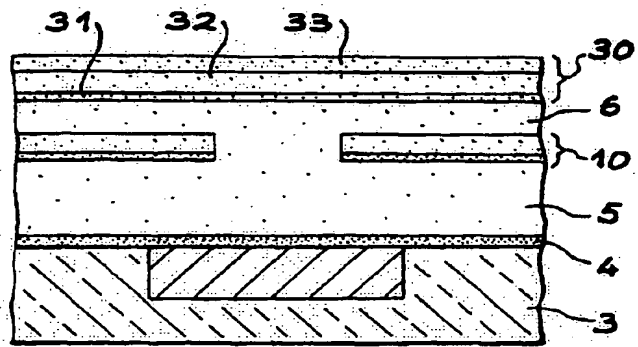


FIG. 7

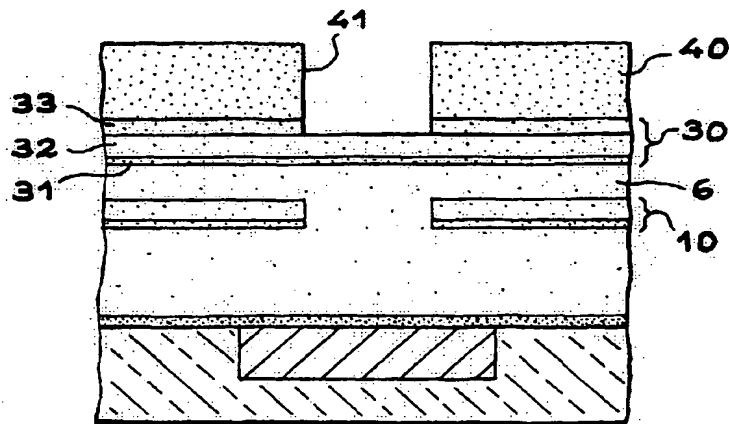


FIG. 8

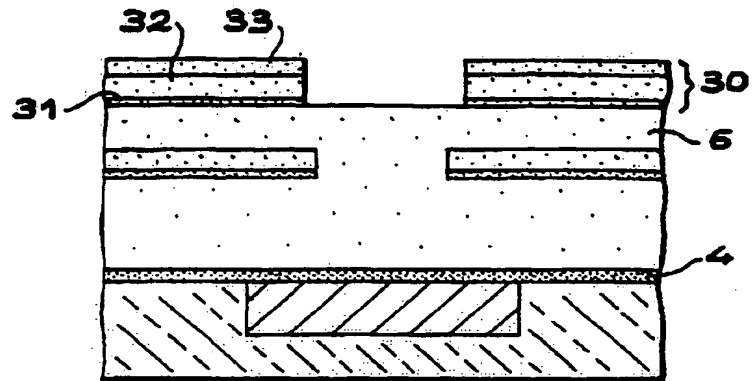


FIG. 9

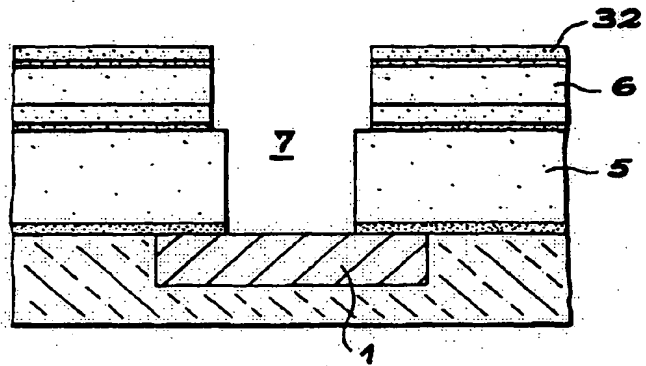


FIG. 10

